

**С.Н. КОЗУБ**, ассистент ХНМУ, Харьков,  
**П.А. КОЗУБ**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»,  
**Г.И. ГРИНЬ**, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,  
**А.А. ЛАВРЕНКО**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., НТУ «ХПИ»,  
**А.М. РЕЗНИЧЕНКО**, канд. техн. наук, асс., НТУ «ХПИ»,  
**Л.Н. БОНДАРЕНКО**, науч сотр., НТУ «ХПИ»

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ КАДМИЕВЫХ ОТХОДОВ**

Досліджено стан проблеми виробництва, переробки та утилізації відпрацьованих джерел живлення на світовому рівні. Особливу увагу звернено на нікель – кадмієві акумулятори, які є одним з основних видів промислових відходів в даний час та в майбутньому, зроблено аналіз їх продажу в порівнянні з іншими системами і показано, що вони є і будуть основним видом кадмійвмісної сировини.

Исследовано состояние проблемы производства, переработки и утилизации отработанных источников питания на мировом уровне. особое внимание обращено на никель – кадмиевые аккумуляторы, которые являются одним из основных видов промышленных отходов в настоящее время и в будущем, сделан анализ их продаж по сравнению с другими системами и показано, что они есть и будут основным видом кадмийсодержащего сырья.

States of the problem of production, recovery and recycling of spent power sensors in world level is investigated. Special attention was paid for Nickel – Cadmium batteries which are and will be the basic type of industrial wastes now and in the future. Analysis of its sales comparing with other power element systems was Carried out and it is shown that it wile be basic type of Cadmium contained raw materials.

Кадмий является одним из важнейших химических элементов, широко используемых в химии, химической технологии, машиностроении, металлургии, медицине, электронике и других областей деятельности человека [1 – 3].

В группе переходных металлов кадмий и его соединения обладают одними из наиболее интересных свойств, в результате чего металлический кадмий и его соли широко применяют в металлургии, атомной, ювелирной, военной, медицинской, стекольной, полупроводниковой, электронно-оптической и других отраслях промышленности [4]. Широко известно применение кадмия при нанесении антикоррозионных покрытий, создании антифрикционных сплавов, фотоэлектрических и электронно-оптических приборов, фотоэлементов и аккумуляторов [5].

Начиная с 2000 г. мировой объем производства кадмия составляет около 19000 т, и тенденции к его значительному сокращению пока не наблюдается [5, 6]. Основное производство кадмия обеспечивают страны азиатского региона (около 60 %), страны Южной и Северной Америки (около 20 %), Европы (10 %). В последние годы наблюдается тенденция увеличения производства кадмия в России (до 4.5 % от мирового объема в 2009 г.). Кроме того по оценочным данным [6], около 200 т кадмия ежегодно производит Северная Корея, а также по 10 – 30 тонн в год – Аргентина, Италия и Украина.

Анализ структуры потребления кадмия промышленностью показывает, что наибольшее количество кадмия используется в качестве сырья для производства вторичных источников питания. Причем, если такие сектора экономики как производство пигментов, производство стабилизаторов полимеров, сокращают производство продукции с содержанием кадмия, то производство вторичных источников питания после непродолжительного сокращения стабилизировалось и в настоящее время даже наблюдается небольшой его рост.

Так, несмотря на повышение продаж свинцово-кислотных, литий-ионных и никель-металлогидридных источников питания в 2007 г., США импортировали 43 млн. никель-кадмиевых аккумуляторов и в несколько раз больше в виде предустановленных частей электронной аппаратуры.

В результате этого объемы продаж никель-кадмиевых источников питания бытового назначения по весу металлов, использованных в них, остаются самыми высокими по сравнению с другими системами.

Такая ситуация на рынке связана с уникальными эксплуатационными характеристиками никель-кадмиевых аккумуляторов (отсутствие разогрева при зарядке – разрядке, очень высокий ток разряда, низкий саморазряд, большое количество рабочих циклов, возможность восстановления свойств и др.) [2].

Таким образом, проведенный анализ показывает, что основные мощности по производству кадмия предназначены для получения вторичных источников питания (более 80 %), и планов сокращения их не наблюдается, причем более 85 % металла из них не возвращается в производство, что составляет около 13 тыс. т ежегодно, причем в отличие от рудного сырья, в котором доля кадмия обычно не превышает 0.03 %, концентрация кадмия в отработанных источниках питания достигает 30 %, что делает их ценнейшим промышленным сырьем.

С другой стороны, утилизация вторичных источников питания является не только экономически выгодной, но также и экологически важной задачей, поскольку уникальные физико-химические свойства соединений кадмия оказывают вредное влияние на окружающую среду и на здоровье человеческого организма [6].

Для решения этой проблемы начиная с 90-х годов XX века принимается целый ряд нормативных актов, ограничивающих использование и производство материалов и изделий из них, содержащих кадмий и его соединения, а также стимулирующих более безопасные заменители таких материалов [7].

В результате таких шагов, доля возвратного кадмия в промышленности постоянно возрастает. Так, для США доля вторичных источников питания на основе кадмия, переработанных промышленностью, составляла в 2007 г. около 27 %. В некоторых странах Европы степень утилизации источников питания всех типов достигла даже более высоких показателей (%): Бельгии – 59, Швеции – 55, Австрии – 44, Германии – 39, Нидерландах – 32, Франции – 16.

По данным USSG [6] доля утилизированных промышленных батарей составляла в 2007 г. около 80 %, при доле утилизированных бытовых НКА от 5 до 21 %. При этом, доля промышленных источников питания составляла всего не более 20 % от всех никель-кадмиевых вторичных источников питания (рисунок), поэтому общая доля утилизированного кадмия, содержащегося в

источниках питания составила не более 30 %.

Именно поэтому, как производители, так и потребители, осознавая невозможность полной замены никель-кадмиевых аккумуляторов, направляют основные усилия на развитие технологий безопасной эксплуатации и утилизации отработанных источников питания. Так, директивами ЕС определено, что к 2012 году, степень утилизации

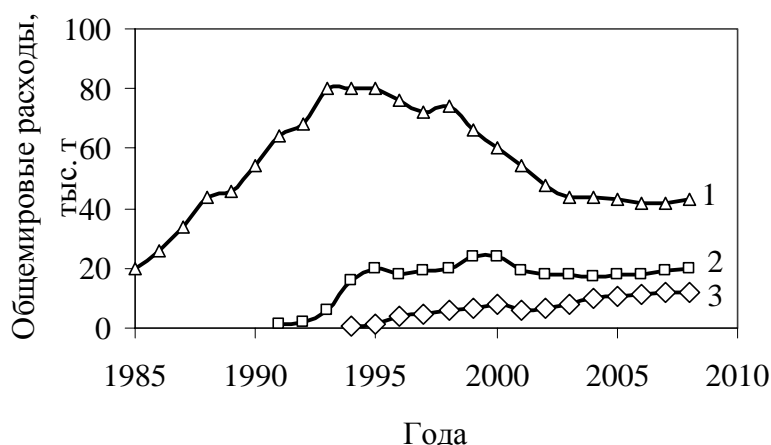


Рис. Объемы производства вторичных источников питания различных типов для электронных устройств бытового назначения:

- 1 – литий-ионные аккумуляторы,
- 2 – никель-металлгидридные аккумуляторы,
- 3 – никель-кадмиевые аккумуляторы.

источников питания должна составлять не менее 25 %, а к 2016 году доля утилизированных источников питания должна возрасти до 45 %.

В то же время анализ имеющейся информации указывает на то, что в настоящее время отсутствуют экономически эффективные и экологически безопасные технологии переработки такого вида сырья, поэтому количество переработчиков отработанных аккумуляторов относительно невелико. По состоянию на 2008 год, существуют всего три программы по сбору и переработке отработанных аккумуляторов: RBRC – для США и Канады, Battery Association – в Японии, CollectNiCad – для ЕС.

Еще более сложная ситуация с переработкой отработанных источников питания в Украине. Приблизительная оценка показывает, что только в г. Харькове ежегодно при смене батарей в детских игрушках, радиотелефонах, медицинских приборах выбрасывается до 1 т никель-кадмиевых аккумуляторов [3]. При этом наряду с кадмием в отработанных аккумуляторах содержится до 35 % никеля.

Такое высокое содержание кадмия и никеля в сырье указывает на то, что затраты на извлечение ценных металлов из аккумуляторов могут быть меньше затрат на добычу, обогащение минерального сырья и его переработку, что позволяет рассматривать отработанные аккумуляторы не только как отходы промышленности, но и как ценное вторичное сырье.

Таким образом, базируясь на анализе имеющихся источников, можно утверждать, что именно вторичные электрохимические источники тока бытового назначения в настоящее время являются, и будут являться в ближайшем будущем основным видом промышленных отходов, содержащих кадмий, и доля таких отходов будет не только не уменьшаться, но даже возрастать, а разработка технологии переработки данного вида сырья будет востребованной и экономически выгодной.

**Список литературы:** 1. Коровин Н. В. Новые химические источники тока / Н.В. Коровин. – М.: Энергия, 1978. – 194 с. 2. Малогабаритные источники тока: справочник / Р.Г. Варламов, В.Р. Варламов. – М.: Радио и связь. – № 3. – С. 150 – 190 3. Козуб С.Н. Современное состояние аналитической химии кадмия / [С.Н. Козуб, А.А. Лавренко, Г.И. Гринь и др.] // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 10 – С. 28 – 35. 4. Козуб С.Н. Токсичность кадмия и методы воздействия его на окружающую среду / [С.Н. Козуб, А.А. Лавренко, П.А. Козуб и др.] // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 41. – С. 65 – 71. 5. Щербов Д.П. Аналитическая химия кадмия / Д.П. Щербов, М.А. Матвеев // Аналитическая химия элементов. – М.: Наука, 1973. – 256 с. 6. Наумов А.В. Обзор мирового рынка кадмия / А.В. Наумов // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2006. – № 1. – С. 18 – 23. 7. Холин Ю.Ю.. Технология переработки отработанных щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов: дис. ... кандидата техн. наук: 05.17.02 / Холин Юрий Юрьевич. – Томск, 2008. – 179 С.